



ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 581.6

DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-151-156

Д. М. Царева, Е. В. Соломонова,
Н. А. Трусов, Т. Д. Ноздрина

РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖЕКФРУТА
(*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS* LAM.), ИМПОРТИРУЕМОГО В РОССИЮ

D. M. Tsareva, E. V. Solomonova,
N. A. Trusov, T. D. Nozdrina

MORPHOMETRIC AND GRAVIMETRIC CHARACTERISTICS
OF JACKFRUIT (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS* LAM.), IMPORTED TO RUSSIA

Царева Диана Михайловна – студ. 4-го курса Московского государственного университета пищевых производств, г. Москва.

E-mail: tsariova.diana1998@yandex.ru

Соломонова Екатерина Владимировна – канд. биол. наук, доц. каф. ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности Московского государственного университета пищевых производств, г. Москва. E-mail: solomonova_k@mail.ru

Трусов Николай Александрович – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. дендрологии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва. E-mail: n-trusov@mail.ru

Ноздрина Татьяна Дмитриевна – канд. биол. наук, доц. каф. ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности Московского государственного университета пищевых производств, г. Москва. E-mail: biomgupp@yandex.ru

Tsareva Diana Mikhaylovna – 4-Year Student, Moscow State University of Food Productions, Moscow.

E-mail: tsariova.diana1998@yandex.ru

Solomonova Ekaterina Vladimirovna – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Veterinary and Sanitary Examination and Biological Safety, Moscow State University of Food Productions, Moscow. E-mail: solomonova_k@mail.ru

Trusov Nikolay Alexandrovich – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Dendrology, N. V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow. E-mail: n-trusov@mail.ru

Nozdrina Tatyana Dmitriyevna – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Veterinary and Sanitary Examination and Biological Safety, Moscow State University of Food Productions, Moscow. E-mail: biomgupp@yandex.ru

Цель исследования – оценить размеры, массу и объем плодов, лишенных перикарпиев (далее – «плоды») и их частей; определить плотность, а также доли составляющих плода в объеме и массе плода у импортируемого в Российскую Федерацию джекфрута (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). Объект исследования – плоды джекфрута, приобретенные в свободной продаже; страна производитель – Таиланд. Определение длины, ширины, толщины, диаметра, массы свежих плодов, их мякоти (сочная часть ариллуса), семени и пленки (кожистая часть ариллуса), а также статисти-

ческая обработка результатов исследования выполнены по стандартным методикам. Установлено, что плод конусовидной формы содержит покрытое пленкой эллипсоидное семя. Их размеры, масса, объем и плотность составляют 6,50 × 4,30 × 4,00 см; 53,83 г; 29,45 см³ и 1,83 г/см³ (целый плод) против 3,90 × 2,42 см; 12,96 г и 1,08 г/см³ (семя в пленке) и 3,50 × 2,02 см, 10,99 г и 1,47 г/см³ (семя без пленки) соответственно. Доли мякоти, семени и пленки к целому плоду джекфрута по объему и массе различаются: 59,39; 25,40 и 15,21 % против 75,92; 20,42 и 3,66 % соответ-

ственно. Это связано с разной плотностью целого плода, мякоти, семени и пленки, максимальной для съедобной мякоти ($2,34 \text{ г/см}^3$), что придает ей дополнительную пищевую ценность в сравнении с семенем. Обнаружены бессемянные плоды джекфрута.

Ключевые слова: джекфрут, плод, ариллус, семя, морфометрические характеристики плода, весовые характеристики плода, бессемянный плод.

*The purpose of the study was to analyze the sizes, weights and volumes of fruits, devoid of pericarps (further – the 'fruits'), and their parts; the determination of the density and the proportion of fruit's components in volume and mass of fruit from jackfruit (*Artocarpusheterophyllus* Lam.) imported to the Russian Federation. The objects of the study were jackfruit's fruits from free sale; country of origin was Thailand. The determination of the length, width, thickness, diameter, weight of fresh fruits, their pulp (fleshy part of aril), seed and flake (leather-like part of aril), as well as statistical processing of the research results were carried out according to standard methods. It was found, that cone-shaped fruit contained a flake-covered ellipsoid seed. Their sizes, mass, volume and density were $6.50 \times 4,30 \times 4.00 \text{ cm}$, 53.83 g , 29.45 cm^3 and 1.83 g/cm^3 (whole fruit) against $3.90 \times 2.42 \text{ cm}$, 12.96 g , and 1.08 g/cm^3 (seed in flake) and $3.50 \times 2.02 \text{ cm}$, 10.99 g and 1.47 g/cm^3 (seed without flake), respectively. The shares of pulp, seed and flake to the whole jackfruit's fruit differ in volume and weight: 59.39% , 25.40% and 15.21% against 75.92% , 20.42% and 3.66% , respectively. This is due to different density of whole fruit, pulp, seed and flake, maximum for edible pulp (2.34 g/cm^3), which gives it a more nutritional value in comparison with seed. Seedless fruits of jackfruit were discovered.*

Keywords: jackfruit, fruit, aril, seed, morphometric characteristics of fruit, weight characteristics of fruit, seedless fruit.

Введение. Одной из важнейших составляющих здорового образа жизни является рациональное разнообразное питание, включающее нутриенты животного и растительного происхождения.

Легковозобновимым пищевым ресурсом являются плоды растительного мира. Несмотря на разнообразие по типам строения, форме, раз-

мерам и другим признакам, их объединяет повышенная биохимическая ценность по сравнению с вегетативными органами.

В настоящее время российский рынок отличается большим разнообразием экзотических фруктов, привлекающих ценителей новых вкусов. Перспективное тропическое растение джекфрут (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), попадает в Россию, как правило, в виде сухофруктов, в свежем и в консервированном виде.

Возможными центрами происхождения джекфрута разные авторы считают западный регион Индии либо Малайзию. В настоящее время джекфрут интродуцирован и распространен во многих регионах Азии, Африки и Южной Америки [1–3].

Эллипсоидное соплодие джекфрута является самым большим в мире фруктом, произрастающим на дереве (длина достигает $1,3 \text{ м}$, диаметр – $0,2 \text{ м}$, вес 34 кг). Незрелые соплодия джекфрута имеют зеленый цвет, при созревании приобретают желтый, а затем желто-коричневый оттенок. На кожуре соплодия присутствует множество мелких пирамидальных шишечек-шипов. Внутренняя область соплодия разделена на отходящие от центральной оси крупные доли, содержащие собственно плоды ($100\text{--}500 \text{ шт.}$). Основной съедобной частью плода джекфрута без перикарпия (далее – «плод») является сочная часть ариллуса (далее – «мякоть»). В нее погружено семя, окруженное несъедобной кожистой пленкой, вероятно также являющейся частью ариллуса (далее – «пленка»). Корреляция между размером соплодия и количеством плодов в нем отсутствует [3–4].

Известно широкое пищевое использование мякоти джекфрута в свежем виде и после кулинарной обработки, реже – лекарственное. Семена джекфрута возможно употреблять в пищу жареными, как каштаны [1–4].

Хорошо изучены биохимические особенности плодов джекфрута, богатых клетчаткой, питательными и биологически активными веществами, особенно аскорбиновой, лимонной кислотами и каротиноидами [5–10].

Несмотря на то, что в соплодии джекфрута наиболее промышленно ценными съедобными частями являются в основном ариллусы, данные о размерно-весовых характеристиках плодов, также как о соотношении их составляющих, в литературе представлены недостаточно. Имеется указание, что части соплодия джекфрута

(«fruitlet») имеют длину 4–11 см, ширину – 2–4 см и массу – 6–53 г. Семена джекфрута светло-коричневые, округлые, длиной 2–3 см, диаметром 1–1,5 см [3].

Цель исследования: оценка размерно-весовых характеристик джекфрута (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), импортируемого в Российскую Федерацию.

Задачи исследования:

– установить размерные показатели свежих плодов и семян джекфрута (длину, ширину и толщину плода, длину и диаметр семени в пленке и без пленки);

– определить массу плода и отдельно мякоти, семени и пленки;

– вычислить процентное отношение мякоти, семени и пленки к целому плоду джекфрута по объему и по массе, а также плотность плода джекфрута и его частей (мякоти, семени и пленки).

Материал и методы исследования. В России в свободной продаже реализуются плоды джекфрута, очищенные от перикарпия, реже соплодия или их части со зрелыми плодами. Срок годности ограничен 10 сут с момента упаковки продукта, при температуре +2–5 °С. Материалом для исследования послужил свежий джекфрут, приобретенный в упаковках по 250 г в сетевом супермаркете «Глобус». Страна производитель – Таиланд.

Штангенциркулем измеряли длину, ширину и толщину плодов джекфрута, а также размеры семян – в пленке и без нее. Вычисляли объемы плода и его составляющих; процентное соотношение объема частей плода джекфрута к их общему объему.

Массу свежего плода джекфрута и его частей определяли с помощью весов Pocket Scale ML-A03. Рассчитывали доли мякоти, семени и пленки по массе. Определяли плотность плода и его составляющих.

Повторность анализов – не менее 4 раз. Все количественные данные обрабатывали методами вариационной статистики: вычисляли средние арифметические с их ошибками и отклонениями, коэффициенты вариации, показатели точности опыта.

Результаты исследования и их обсуждение. Внешний вид джекфрута, очищенного от перикарпия, и особенности его строения показаны на рисунке. Среди изученных плодов был обнаружен один с недоразвитым семенем, но с вполне сформированной сочной частью ариллуса, по морфологическим признакам и вкусовым качествам не отличающийся от ариллуса нормального плода.

Полученные нами размерно-весовые данные о плоде джекфрута и его составляющих представлены в таблице 1.

Таблица 1

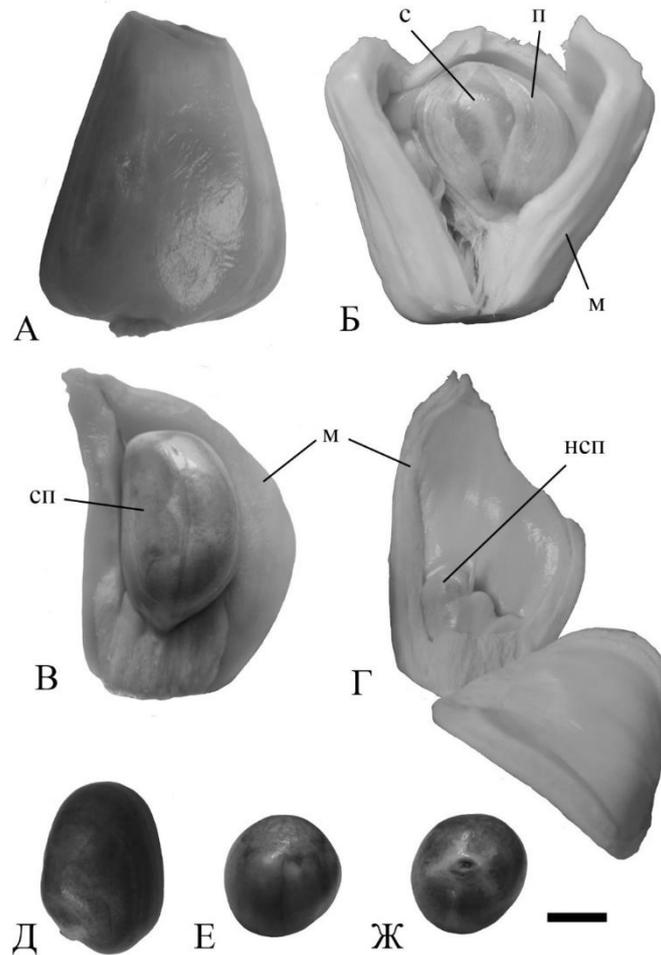
Морфометрические и весовые характеристики плода джекфрута и его частей

Параметр	$M \pm m_M$	tm_M	V, %	P, %
Длина плода, см	6,50±0,16	0,44	5,44	2,43
Ширина плода, см	4,30±0,12	0,34	6,37	2,85
Толщина плода, см	4,00±0,06	0,18	3,54	1,58
Длина семени в пленке, см	3,90±0,16	0,44	9,07	4,06
Диаметр семени в пленке, см	2,42±0,08	0,22	7,39	3,31
Длина семени, см	3,50±0,16	0,44	10,10	4,52
Диаметр семени, см	2,02±0,08	0,22	8,86	3,96
Масса плода, г	53,83±2,13	6,78	7,92	3,96
Масса мякоти, г	40,87±0,90	2,87	4,41	2,20
Масса семени, г	10,99±0,43	1,37	7,86	3,93
Масса пленки, г	1,97±0,09	0,30	9,46	4,73

Примечание: $M \pm m_M$ – средняя арифметическая и ее ошибка; tm_M – доверительный интервал; V – коэффициент вариации; P – показатель точности опыта для стандартного доверительного уровня 95 % (точность опыта считается удовлетворительной при значениях показателя, не превышающих 5 %).

Из анализа таблицы 1 следует, что результаты всех измерений можно считать достоверными ($P < 5\%$). Можно считать, что все параметры, округленные до целых чисел, варьируют слабо, так как коэффициенты вариации (V) не

превышают 10%. Если брать во внимание более точную оценку, то лишь у длины семени отмечается среднее варьирование признака ($V = 10,10\%$) в интервале $10\% \leq V \leq 20\%$.



Части плода джекфрута: А – плод без перикарпия сбоку; Б, В – раскрытый плод; Г – бессемянный плод; Д – семя сбоку; Е – вершина семени; Ж – основание семени; м – мякоть; сп – семя в пленке; нсп – неразвитое семя в пленке; п – пленка; с – семя. Масштабная линейка – 1 см

На основании измерений плодов джекфрута и их частей вычислены их плотность, объемы, а также доли мякоти, семени и пленки по объему и массе (табл. 2).

Таблица 2

Расчетные количественные характеристики плода джекфрута и его составляющих

Параметр	Плод	Мякоть	Семя в пленке	Семя без пленки	Пленка
Объем, см ³	29,45	17,49	11,96	7,48	4,48
Доля в общем объеме, %	100,00	59,39	40,61	25,40	15,21
Доля в общей массе, %	100,00	75,92	24,08	20,42	3,66
Плотность, г/см ³	1,83	2,34	1,08	1,47	0,44

Объем плода вычисляли, аппроксимировано приняв его по форме за конус:

$$1/3 \cdot \pi \cdot ((4,3+4,0)/2)^2 \cdot 6,5) \cdot 6,5 = 29,45 \text{ см}^3.$$

Объем семени определяли по формуле для расчета эллипсоида:

$$4/3 \cdot \pi \cdot (2,46/2)^2 \cdot 3,9/2 = 11,96 \text{ см}^3 \text{ (в пленке);}$$

$$4/3 \cdot \pi \cdot (2,02/2)^2 \cdot 3,5/2 = 7,48 \text{ см}^3 \text{ (без пленки).}$$

Объем пленки рассчитывали как разницу объемов семени с ариллусом и без него:

$$11,96 - 7,48 = 4,48 \text{ см}^3.$$

Объем мякоти рассчитывали как разницу между объемом плода и объемом семени в пленке:

$$29,45 - 11,96 = 17,49 \text{ см}^3.$$

Доли объемов частей плода в целом плоде определяли решением пропорций:

$$17,49 \times 100/29,45 = 59,39 \% \text{ (мякоть);}$$

$$11,96 \cdot 100/29,45 = 40,61 \% \text{ (семя в пленке);}$$

$$7,48 \cdot 100/29,45 = 25,40 \% \text{ (семя без пленки);}$$

$$4,48 \cdot 100/29,45 = 15,21 \% \text{ (пленка).}$$

Аналогично вычисляли доли составляющих плода в целом плоде по массе:

$$40,87 \cdot 100/53,83 = 75,92 \% \text{ (мякоть);}$$

$$12,96 \cdot 100/53,83 = 24,08 \% \text{ (семя в пленке);}$$

$$10,99 \cdot 100/53,83 = 20,42 \% \text{ (семя без пленки);}$$

$$1,97 \cdot 100/53,83 = 3,66 \% \text{ (пленка).}$$

Таким образом, мякоть занимает приблизительно 2/3 от объема и 3/4 от массы плода; семя – 1/4 и 1/5, а пленка – 1/6 и менее 1/20 соответственно. Доля мякоти по массе превосходит таковую по объему. Это связано с различной плотностью плода и его частей, определяемой как отношение массы к объему:

$$53,83/29,45 = 1,83 \text{ г/ см}^3 \text{ (плод);}$$

$$40,87/17,49 = 2,34 \text{ г/ см}^3 \text{ (мякоть);}$$

$$12,96/11,96 = 1,08 \text{ г/ см}^3 \text{ (семя в пленке);}$$

$$10,99/7,48 = 1,47 \text{ г/ см}^3 \text{ (семя без пленки);}$$

$$1,97/4,48 = 0,44 \text{ г/ см}^3 \text{ (пленка).}$$

Мякоть характеризуется наибольшей плотностью, что придает ей дополнительную пищевую ценность в сравнении с семенем.

Джекфрут выращивается в оранжереях Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, но, к сожалению, не плодоносит. Хочется привлечь внимание селекционеров к данному факту, учитывая высокую стоимость вкусных и полезных соплодий джекфрута, трудности их транспортировки и хранения, короткий срок реализации, а также неприхотливость растения и его высокую урожайность в зарубежных местах произрастания. Теоретический интерес представляет также направление исследования по созданию бессемянного джекфрута, подобно другим сельскохозяйственно-ценным культурам.

Выводы

1. Установлены длина, ширина и толщина свежих плодов джекфрута ($6,50 \pm 0,16$; $4,30 \pm 0,12$ и $4,00 \pm 0,06$ см соответственно); длина и диаметр семени в пленке, длина и диаметр семени без пленки ($3,90 \pm 0,16$ и $2,42 \pm 0,08$ см; $3,50 \pm 0,16$ и $2,02 \pm 0,08$ см соответственно).

2. Установлены массы плода джекфрута, мякоти, семени и пленки ($53,83 \pm 2,13$; $40,87 \pm 0,90$; $10,99 \pm 0,43$ и $1,97 \pm 0,09$ г соответственно).

3. Определено процентное отношение мякоти, семени и пленки к целому плоду джекфрута по объему (59,39; 25,40 и 15,21 % соответственно) и по массе (75,92; 20,42 и 3,66 % соответственно).

4. Определена плотность плода джекфрута, мякоти, семени и пленки (1,83; 2,34; 1,47; 0,44 г/см³ соответственно).

Литература

1. *Ranasinghe R.A., Maduwanthi S.D., Marapana R.A.* Nutritional and health benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A review // International Journal Food Science. 2019. Vol. 6. S. 1–12.
2. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 1: Fundamental issues / Ed. by E.M. Yahia. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2011. 543 s.
3. *Hag N.* Jackfruit, *Artocarpus heterophyllus*. Southampton: Southampton Centre for Underutilized Crops, University of Southampton, 2006. 192 s.
4. *Martin F.W., Campbell C.W., Ruberté R.M.* Perennial Edible Fruits of the Tropics. An Inventory // Agriculture Handbook No. 642. 1987. 251 s.
5. *Zhang L., Tu Z.-C., Xie X.* et al. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) peel: A better source of antioxidants and a-glucosidase inhibitors than pulp, flake and seed, and phytochemical profile by HPLC-QTOF-MS/MS // Food chemistry. 2017. Vol. 234. S. 303–313.
6. *Baliga M.S., Shivashankara A.R., Haniadka R.* et al. Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (jackfruit): A review // Food Research International. 2011. Vol. 44. № 9. S. 1800–1811.

7. Faria de A.F., Rosso de V.V., Mercadante A.Z. Carotenoid composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), determined by HPLC-PDA-MS/MS // *Plant Foods for Human Nutrition*. 2009. Vol. 64. № 2. S. 108–115.
8. Goswami C., Chacrabati R. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) // *Nutritional composition of fruit cultivars*. 2016. S. 317–335.
9. Selveraj Y., Pal D.K. Biochemical changes during ripening of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) // *Journal of Food Science and Technology*. 1989. Vol. 26. S. 304–307.
10. Tiwari A.K., Vidyarthi A.S. Nutritional evaluation of various edible fruit parts of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) at different maturity stages // *International Journal of Chemical and Pharmaceutical Review and Research*. 2015. Vol. 1. S. 21–26.
4. Martin F.W., Campbell C.W., Ruberté R.M. Perennial Edible Fruits of the Tropics. An Inventory // *Agriculture Handbook No. 642*. 1987. 251 s.
5. Zhang L., Tu Z.-C., Xie X. et al. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) peel: A better source of antioxidants and a-glucosidase inhibitors than pulp, flake and seed, and phytochemical profile by HPLC-QTOF-MS/MS // *Food chemistry*. 2017. Vol. 234. S. 303–313.
6. Baliga M.S., Shivashankara A.R., Haniadka R. et al. Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (jackfruit): A review // *Food Research International*. 2011. Vol. 44. № 9. S. 1800–1811.
7. Faria de A.F., Rosso de V.V., Mercadante A.Z. Carotenoid composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), determined by HPLC-PDA-MS/MS // *Plant Foods for Human Nutrition*. 2009. Vol. 64. № 2. S. 108–115.

Literatura

1. Ranasinghe R.A., Maduwanthi S.D., Marapana R.A. Nutritional and health benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A review // *International Journal Food Science*. 2019. Vol. 6. S. 1–12.
2. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 1: Fundamental issues / Ed. by E.M. Yahia. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2011. 543 s.
3. Hag N. Jackfruit, *Artocarpus heterophyllus*. Southampton: Southampton Centre for Underutilized Crops, University of Southampton, 2006. 192 s.
8. Goswami C., Chacrabati R. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) // *Nutritional composition of fruit cultivars*. 2016. S. 317–335.
9. Selveraj Y., Pal D.K. Biochemical changes during ripening of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) // *Journal of Food Science and Technology*. 1989. Vol. 26. S. 304–307.
1. Tiwari A.K., Vidyarthi A.S. Nutritional evaluation of various edible fruit parts of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) at different maturity stages // *International Journal of Chemical and Pharmaceutical Review and Research*. 2015. Vol. 1. S. 21–26.

